

지적도면정보 보호 기술의 개발

김정엽*, 원성민**, 홍성언***

*University of texas at dallas, **인하대학교 지리정보공학과, ***청주대학교 지적학과

*e-mail:kurtl8n@nate.com, **jyfloo@gmail.com, ***hongsu2005@cju.ac.kr

The New Technology to Protect Cadastral Map Information

*Jung-Yeop Kim, **Sung-Min Won, ***Sung-Eon Hong

*University of texas at dallas, **Inha University, ***Cheongju University

요 약

본 연구에서는 지적도면 정보에 대하여 불법 복제와 유통의 방지는 물론 유통 후에도 유통 경로를 파악하여 차단할 수 있는 디지털 워터마킹 기술을 개발하여 보고자 하였다. 연구성과로는 지적도면은 일반 지형도와 달리 워터마크의 삽입 및 검출 과정에서 왜곡이 없어야 하고, 또한 토지이동시 발생할 수 있는 다양한 공격에서 강인성을 가져야한다는 특성을 고려하여 주파수 영역에서의 워터마킹 삽입 및 검출 시스템을 개발하였다.

향후 연구에서는 구현된 워터마킹 시스템의 성능을 평가하여 보고자 지적도면의 위치정확도 분석에 기초한 왜곡정도를 분석하고, 다양한 토지이동 상황(분할, 합병, 접합, 이동, 회전 등)에 대한 강인성 및 검출율 등을 실험하고자 한다.

1. 서 론

현재 지적분야는 대장전산화, 도면전산화 사업을 완료하고 운용시스템으로 KLIS(PBLIS)를 개발함으로써 디지털 지적관리체계로의 전환을 이루었다. 이에 편승하여 지적측량 방식 역시 과거 아날로그식 위치정보 취득에서 디지털 위치정보 취득 방식으로 전환을 이루었다. 이와 같은 발전으로 인하여 지적데이터를 생산하는 단계부터 갱신, 관리, 제공에 이르기까지 전 과정이 디지털 데이터를 기반으로 이루어지고 있다.

디지털 지적관리체계는 과거 아날로그식 관리체계에 비하여 위치정보 취득에 있어 정확도 향상 및 각종 편리성과 효율성을 가져다주었다. 즉, 측량 작업에 있어서의 편리성은 물론 디지털 도면에 기반한 측량으로 위치정보 취득에 있어 정확도 향상을 가져왔다. 또한 관리에 있어서도 디지털로 전환되어 종이도면의 관리에서 발생하는 신축에 의한 오발 발생 영향을 줄였고, 전 국토를 전체적으로 모니터링 할 수 있어 효율적인 관리가 가능해 졌다. 정보의 공유와 제공에 있어서도 종이도면으로 관리할 때 보다는 비교가 되지 않을 정도로 향상을 가져왔다.

현재 우리나라는 스마트시대로 본격적으로 진입을 하였다. 이는 곧 향후 지적정보 또는 지적업무 역시 스마트 폰, 패드, 더 나아가 TV를 이용한 업무처리나 정보 제공이 이루어 질 것을 쉽게 예측할 수 있을 것이다.

이와 같이 정보환경의 발전 및 변화에 편승된 디지털 지

적관리체계로의 전환은 지적업무 처리 및 관리에 있어 획기적인 변화를 가져다주었다. 그러나 디지털 지적관리체계로의 전환이 모든 면에서 장점만 가져다주는 것은 결코 아니다. 빛과 그림자처럼 장점과 단점을 함께 지니게 되는데, 가장 큰 단점으로 지적할 수 있는 것은 바로 데이터의 취득·관리에 있어 보안의 문제이다.

디지털 지적관리체계는 아날로그식 지적관리체계보다 정확한 위치정보의 취득 및 관리·제공에 있어 편리성과 효율성을 가져다 준 반면, 디지털 데이터는 상대적으로 아날로그 데이터 보다 보안에 취약하다는 단점을 가지게 된다. 즉, 데이터의 불법 복제 및 유통이라는 위협성을 항상 가지고 있다는 것이다. 이는 향후 스마트 환경에서의 정보 관리 및 제공에 있어서는 더욱 노출 정도가 심할 것으로 예측된다.

또한 현재 지적측량 시장은 일부 개방시장으로 수치지역 업무에 대해서는 대한지적공사와 지적측량업자에 의해서 같이 이루어지고 있다. 지적측량업자의 수는 지속적으로 증가하고 있고 앞으로도 지속적인 증가가 예상된다. 이는 단일 기관에서 지적측량 업무를 전담할 때에 비해 상대적으로 지적정보가 불법적으로 유통될 가능성이 높을 것으로 보인다.

최근 2011년 8월 23일에 지적분야의 숙원 사업인 지적재조사특별법이 제정되어 지적재조사사업 추진을 위한 기반이 마련되었다. 이로 인하여 지적재조사사업은 근시일내에 착수를 예정하고 있다. 이러한 환경의 변화는 지적측량업자의 수를 더욱 증가시킬 것으로 예측된다.

결국 디지털 데이터가 가지는 보안의 취약성에 대한 단점과 향후 지적재산시장의 개방 영역의 확대는 지적정보가 불법 복제 또는 유통될 수 있는 가능성을 증가시키고 있다.

따라서 디지털 지적정보에 대하여 불법 유통과 불법 복제 등을 방지할 수 있는 선진화된 정보 보호 기술의 도입 및 개발이 필요하다. 보안 기술의 도입에 있어서는 불법 유통과 복제를 방지할 수 있는 방안의 강구와 더불어 유출이 된 후에도 이를 추적하여 불법유통 경로를 파악할 수 있는 기술의 도입이 함께 강구되어야 할 것이다.

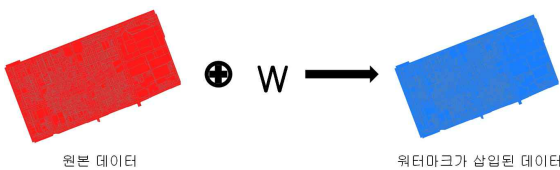
본 연구에서는 지적도면 정보에 대하여 불법 복제와 유통의 방지는 물론 유통 후에도 유통 경로를 파악하여 차단할 수 있는 디지털 워터마킹 기술을 개발하여 보고자 한다.

2. 디지털 워터마킹의 정의와 기본 원리

디지털 워터마킹이란 디지털 멀티미디어 데이터의 저작권 보호를 위해 특별한 형태의 워터마크를 디지털 멀티미디어 데이터의 변화 없이 삽입하고 추출하는 모든 기술적 방법을 지칭한다. 이러한 디지털 워터마킹은 여러 가지 기준에 따라 분류할 수 있다.

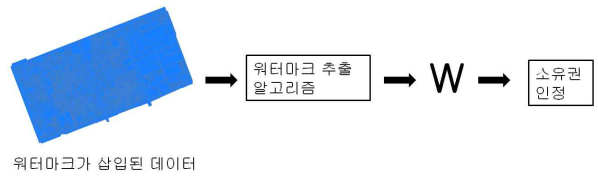
디지털 워터마킹은 다양한 분류 기준에 따라 분류를 할 수 있으나, 워터마크를 삽입하고 검출하는 원리는 기본적으로 같다고 할 수 있다. 즉, 원본 데이터에 워터마크를 삽입하여 워터마크가 삽입이 된 데이터를 생성하고, 배포하는 것이 워터마크 삽입 과정이라고 할 수 있다. 그리고 워터마크 검출은 워터마크가 삽입이 되었다고 의심이 가는 데이터에서 워터마크 추출 알고리즘을 통해 워터마크를 추출하고 소유권을 인증하는 과정이다.

[그림 1]은 워터마크의 삽입과정을 나타낸 그림으로 원본 데이터에 워터마크를 특정 알고리즘을 이용하여 삽입하는 과정을 보여주고 있다.



[그림 1] 워터마크 삽입 과정

[그림 2]는 워터마크 추출 과정을 보여주는 그림이다. 워터마킹의 방법에 따라 원본을 사용할 수도 있으며, 사용하지 않을 수도 있다. 그림 2는 원본을 사용하지 않는 블라인드 방식의 워터마킹 방법을 나타내고 있으며, 워터마크가 삽입되었다고 의심이 가는 데이터를 가지고 워터마크를 추출하는 과정을 보여 주고 있다.



[그림 2] 워터마크 추출 과정

3. 적용 방법론의 설계 및 구현

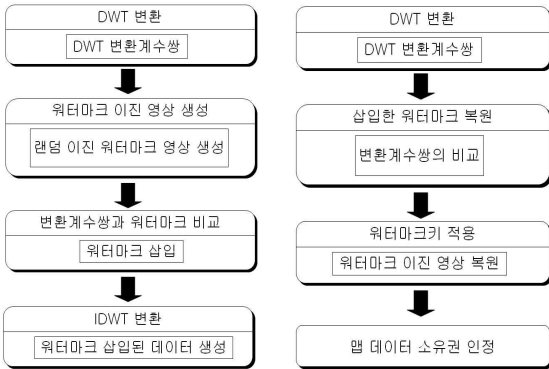
3.1 적용 방법론의 설계

본 연구의 워터마킹 방법은 기존 연구보다 공격에 대한 강인성을 높이기 위하여 주파수 영역에 워터마킹을 삽입하도록 하였다. 지적도면은 일반적인 지형도와 달리, 객체들이 서로 붙어 있는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 일반적으로 공간 영역의 방식보다 단순하면서도 강인성이 더 좋은 것으로 알려진 주파수 영역의 방식으로 진행을 하였다. 주파수 영역의 방식은 크게 DWT(Discrete Wavelet Transform), DCT(Discrete Cosine Transform), DFT(Discrete Fourier Transform) 방식으로 나눌 수 있다. 이 중에서 DWT 변환은 다른 방식에 비해 몇 가지 장점을 가지고 있다. 첫째, 짧은 시간 동안에 고주파 성분을 분석하는데 효율적이다. 둘째, 전처리 과정이 생략되고 다해상도를 이용하여 연산 처리속도가 빠르다. 셋째, 여러 부대역에 다양한 방식으로 워터마크를 삽입할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 장점들을 활용하기 위하여 DWT 방식을 지적도면의 워터마킹 방식으로 채택하였다. 특히, DWT 변환 영역중에서 L영역을 활용하였는데 이는 L영역의 계수는 데이터의 중요한 정보를 지니고 있기 때문에 워터마크를 훼손시키려는 공격에서 보다 자유로울 수 있기 때문이다.

기존 연구를 살펴 살펴보면, 주파수 계수에 워터마크를 직접적으로 첨가하는 것보다 계수 쌍의 극성을 반전시키는 방법이 더 효율적임이 나타났다. 이는 이미지 데이터에 관한 연구이기는 하지만 기본적인 DWT 변환방식의 특성이기도 하다. 하지만, 본 연구는 이미지 데이터가 아니라 벡터 데이터이기 때문에 벡터 데이터의 특성을 반영하도록 하였다. 즉, 본 연구에서는 계수쌍의 비교를 통해 계수 쌍의 극성을 반전시키는 방법이면서 워터마크를 직접적으로 첨가하도록 하였다.

워터마크 삽입은 우선 원본 데이터의 좌표들을 DWT 변환을 하는 것으로 시작한다. 그리고 데이터 소유자의 워터마크 이진 영상을 고유값을 통한 랜덤 이진 워터마크 영상으로 변환을 하도록 하였다. 이를 통해 직관적으로 삽입된 워터마크를 알아볼 수 없게 하였다. 다음으로 변환된 계수들을 쌍으로 묶고, 삽입할 랜덤 이진 워터마크와 비교하여 변환계수의 교환 여부를 판단하도록 하였다. 이렇게 하여 워터마크가 삽입된 데이터를 역변환(IDWT)시켜 워터마크가 삽입된 데이터를 최종적으로 구할 수 있게 된다. 워터마크 검출은 워터마크 삽입과 비슷한 절차를 가진다. 먼저, 워터마크가 삽입되었다고 의심되는 데이터의 좌표들을

DWT 변환을 한다. 그리고 변환계수들을 쌍으로 묶어 계수쌍의 대소를 비교하여 삽입할 때 사용하였던 워터마크를 복원하도록 하였다. [그림 3, 4]는 본 연구에서 워터마크의 삽입 과정과 검출 과정 흐름도를 보여주고 있다.



[그림 3] 워터마크 삽입 흐름도 [그림 4] 워터마크 검출 흐름도

3.2 적용 방법론의 구현

(1) DWT 변환

디지털 워터마킹에 DWT 변환을 적용하기 위하여 우선은 좌표를 DWT 변환하였다. 벡터 맵 데이터는 (x, y)좌표로 구성되어 있다. 이는 이미지와 다른 형태로 이미지 데이터를 이용한 디지털 워터마킹은 각 셀에 해당하는 하나의 값을 가지고 이용을 하지만, 벡터 데이터에서는 하나의 좌표가 x, y 두 개의 값을 지니고 있기 때문에 이에 대한 고려를 해야 한다. 따라서 벡터 맵 데이터의 좌표를 DWT 변환을 하기 위해서는 x, y 좌표를 하나의 값으로 변환을 하여 나타내는 방법이 있을 수 있다. 또한, x 좌표나 y좌표에 대해서만 DWT 변환을 적용하는 방법이 있을 수 있다. 본 연구에서는 x 좌표에 DWT 변환을 적용하는 방법을 적용하였다.

$$\{x|x = x_i, i = 0, 1, 2, 3, \dots, n\}$$

본 연구에서는 Harr 1차 변환의 1단계 변환을 적용하였다. 이렇게 해서 우리가 얻을 수 있는 평균신호와 차분신호를 다음과 같은 식에 의해 구할 수 있다.

$$c_m = \frac{f_{2m-1} + f_{2m}}{\sqrt{2}},$$

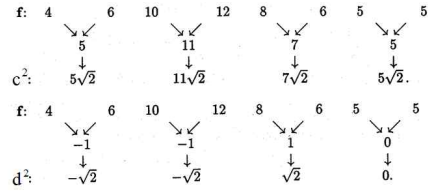
$$m = 1, 2, 3, \dots, N/2$$

$$d_m = \frac{f_{2m-1} - f_{2m}}{\sqrt{2}},$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, N/2$$

위의 식을 통해 평균신호와 차분신호를 구할 수 있으며, 아래 예는 Haar 변환을 이용한 예이다.

$$f = (4, 6, 10, 12, 8, 6, 5, 5)$$



$$(4, 6, 10, 12, 8, 6, 5, 5) \xrightarrow{H^2} (5\sqrt{2}, 11\sqrt{2}, 7\sqrt{2}, 5\sqrt{2} | -\sqrt{2}, -\sqrt{2}, \sqrt{2}, 0)$$

(2) 워터마크 영상 생성

본 연구에서는 이진 워터마크 영상을 이용하였다. 이진 영상을 이용함으로써 워터마크 추출시에 시각적으로 삽입한 워터마크를 검출할 수 있다는 장점이 있다. 이진 영상은 0과 1로 구분을 지을 수 있기 때문에, 이진 값과 변환계수간의 비교를 통하여 워터마크를 삽입하도록 하였다. 이진 영상을 그대로 적용을 할 경우에는 보안의 문제와 함께 특정한 지역에서 1의 값이 집중이 되거나 혹은 반대로 0의 값이 집중이 되는 경우가 발생할 수가 있다. 따라서 선형 변환 시프트 레지스터를 사용하여 이러한 문제점을 극복하도록 하였다.

```

W is 2 dimensional watermark image
RAND_W is new random watermark image
for each rand_table_row
  for each rand_table_col
    pix_row = rand_value[row][col] / col
    pix_col = rand_value[row][col] % col
    RAND_W[row][col] = W[pix_row][pix_col]
  end for
end for
    
```

[그림 5] 선형 변환 시프트 레지스터 구현

(3) 워터마크 삽입

변환된 DWT 계수 중에 L영역의 계수를 쌍으로 묶는다. 쌍으로 묶인 계수와 랜덤 워터마크를 비교하고 계수의 소수부의 위치를 바꿈으로써 워터마크를 삽입한다. 즉, 삽입하려는 워터마크 값이 0 이라면 두 번째 계수의 소수부가 첫 번째 계수보다 크도록 바꾸고, 1이라면 그와 반대로 바꾼다. 여기서 직접 계수쌍을 바꾸지 않고 소수부를 바꾸는 이유는 삽입 후의 오차를 줄이기 위해서 이다. 계수쌍에서 VL 이 첫 번째 계수의 소수부이고, VR 이 두 번째 계수의 소수부이면 워터마크의 삽입은 다음의 수식으로 이루어진다.

if watermark_i = 0 and |VL| > |VR|, change pair(VL, VR) -> (VR, VL)
 if watermark_i = 1 and |VR| ≥ |VL|, change pair(VL, VR) -> (VR, VL)

이 외의 경우는 계수쌍을 모두 그대로 둔다.

이와 같이 워터마크 삽입이 끝난 후에는 IDWT(inverse discrete wavelet transform)를 하여 워터마크가 삽입된 데이터를 구할 수가 있다.

```

RAND_W is new random watermark image
data[] is coefficient of dwt
inc = 0
for each rand_table_row row
  for each rand_table_col col
    VL = fractional part of data[inc]
    VR = fractional part of data[inc+1]
    if RAND_W[row][col] == 0 && |VL|>|VR|
      change pair(VL, VR) ->(VR, VL)
    else if RAND_W[row][col] == 1 && |VR|≥|VL|
      change pair(VL, VR) ->(VR, VL)
    end if
    inc = inc + 2
  end for
end for
    
```

[그림 6] 워터마크 삽입 구현

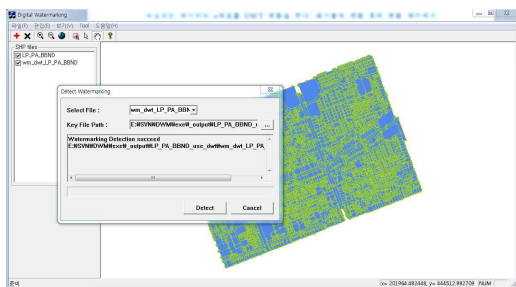
(4) 워터마크 검출

워터마크 추출은 워터마크 삽입 과정과 유사하다. 우선 워터마크가 삽입되었다고 의심되는 데이터의 x좌표를 DWT 변환을 한다. 웨이블릿 변환 후에 변환 계수에서 L 영역의 계수들을 쌍으로 묶는다. 그리고 아래 식을 이용하여 삽입된 워터마크 값을 복원한다. (VL = 첫 번째 계수의 소수부, VR = 첫 번째 계수의 소수부)

$$\text{watermark}_i = 0 \text{ if } |VR| > |VL|$$

$$\text{watermark}_i = 1 \text{ if } |VL| \geq |VR|$$

복원된 워터마크 값을 삽입할 때 사용하였던, 워터마크 키를 이용하여 이진영상으로 변환할 수 있도록 하였다.



[그림 7] 워터마크 검출

4. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 지적도면 정보에 대하여 불법 복제와 유통의 방지는 물론 유통 후에도 유통 경로를 파악하여 차단할 수 있는 디지털 워터마킹 기술을 개발하여 보고자 하였다.

이를 위해 지적도면의 특성에 적합하도록 디지털 워터마킹 기술을 설계하고 이를 구현하여 보았다. 구체적으로는 지적도면은 일반 지형도와는 달리 워터마크의 삽입 및 검출 과정에서 왜곡이 없어야 하고, 또한 토지이동시 발생할 수 있는 다양한 공격에서 강인성을 가져야 한다.

본 연구에서는 기존 연구보다 공격에 대한 강인성을 높

이기 위하여 주파수 영역에 워터마킹을 삽입하는 방법을 기초로 워터마크를 삽입·검출할 수 있는 시스템을 개발하였다.

향후 연구에서는 구현된 워터마킹 시스템의 성능을 평가하여 보고자 지적도면의 위치정확도 분석에 기초한 왜곡정도를 분석하고, 다양한 토지이동 상황(분할, 합병, 접합, 이동, 회전 등)에 대한 강인성 및 검출율 등을 실험하고자 한다.

참고문헌

- [1] 김정엽, “벡터 맵 데이터를 위한 공간 영역에서의 디지털 워터마킹”, 박사학위논문, 인하대학교 대학원, 2008.
- [2] 김현승, 디지털 워터마킹, 도서출판그린 2005.
- [3] 이재혁·홍성언·이현준, “지적측량 환경 변화에 따른 지적기술의 유출방지 및 보호방안”, 한국GIS학회지, 제16권 제1호, pp.33-50, 2008.
- [4] Niu, Xia-Mu., “A Survey of Digital Vector Map Watermarking”, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, Vol. 2, No. 6, pp.1301-1316, 2006.
- [5] Ohbuchi, Ryutarou., Ueda, Hiroo. and Endoh, Shuh., “Robust Watermarking of Vector Digital Maps”, Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo, Vol. 1, pp.577-580, 2002.
- [6] Voigt, Michael. and Busch, Christoph., “Feature-based Watermarking of 2D Vector Data”, Proceedings of the SPIE-Security and Watermarking of Multimedia Content, Vol. 5020, pp.359-366, 2003.
- [7] Voigt, Michael., Yang, Bian. and Busch, Christoph., “Reversible Watermarking of 2D-Vector Data”, Proceedings of the 2004 Multimedia and Security Workshop on Multimedia and security, pp.160-165, 2004.
- [8] Wang, Xun., Huang, Ding-Jun., and Zhang Zhi-Yong., “A DCT-based Blind Watermarking Algorithm for Vector Digital Maps”, Advanced Materials Research Vols. 179-180, pp.1053-1058, 2001.
- [9] Y.Y. Li, and L.P. Xu, “A Blind Watermarking of Vector Graphics Images”, Proceedings of the Fifth International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications, pp.424-429, 2003.
- [10] Zhu, Chagn-qing., Yang, Cheng-song., Wang, Qi-sheng., “A Watermarking Algorithm for Vector Geo-Spatial Data Based on Integert Wavelet Transform”, The 1st International Conference on Information Science and Engineering(ICISE2009), pp.15-18, 2008.